

Платформа: ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ

УДК 621.317

НАПІВПРОВІДНИКОВИЙ ПЕРЕТВОРЮВАЧ В ТРАКТІ ПЕРЕДАЧІ ЕНЕРГІЇ

Білоус А.Р. – гр. БМЕ-16, бакалавр, anasstasia.b@ukr.net

Смолянінов В.Г. – к.т.н., доц., 701_701@ukr.net

Київський національний університет технологій та дизайну

Метою роботи є розробка еквівалентної схеми заміщення напівпровідникового перетворювача (НП), в тракті передачі енергії від джерела живлення до навантаження, знаходження зручної форми його представлення та визначення вторинних параметрів, коефіцієнтів передачі струму та напруги.

Для побудови еквівалентної схеми заміщення напівпровідникового перетворювача (ЕСЗ НП) треба визначити базову структуру яка повинна містити в собі: керуючий елемент та коло зворотного зв'язку з датчиком струму в колі навантаження, джерело опорного струму, компаратор для порівняння поточного значення струму з опорним, а також комутуючий елемент для керування струмом навантаження.

Базова структура ЕСЗ НП, буде містити: ключовий елемент (КЕ); датчик струму (Рдт); амплітудний детектор (АД), виконуючий функцію опорного джерела; компаратора (АК), для порівняння поточного з Рдт та опорного значень струму навантаження. Вихід компаратора з'єднується з керуючим електродом КЕ

Зобразимо НП, як чотирьохполюсник та розмістимо його між джерелом живлення та навантаженням. Зручність зображення НП у вигляді чотирьохполюсника, дозволяє застосувати теорію n-полюсників [1], що дає можливість обчислити внутрішні параметри електронних ланцюгів будь-якого ступеня складності, а також розв'язати складний n-полюсник, як з'єднання більш простих n-полюсників.

З теорії кіл [2], співвідношення між струмом та напругою на вході та виході чотирьохполюсника можливо визначити у формі [А], яка використовується у випадку передачі електричної енергії від вхідних затискувачів до вихідних, коефіцієнти якої A_{11} , A_{12} , A_{21} , A_{22} можливо знайти за допомогою визначника та алгебраїчних доповнень матриці схеми. Щоб отримати матрицю схеми із базової структури ЕСЗ НП, використаємо метод еквівалентних схем [2], який дозволяє звести будь-яку електронну схему до схеми з двополюсними пасивними елементами та залежними джерелами струму або напруги.

На низьких частотах еквівалентну схему біполярного транзистора можна подати Т-схемою заміщення, із залежним джерелом струму або напруги [3], а

Платформа: ЕЛЕКТРОННІ ПРИСТРОЇ ТА СИСТЕМИ

операційний підсилювач (ОП), керуючий елемент базової структури, зобразимо як залежне джерело струму, що керується напругою (ЗДСКН) [4], для якого струм навантаження не залежить від вихідної напруги і керується тільки вхідною напругою.

Для того, щоб отримати ЕСЗ НП, зробимо заміну активних елементів базової структури та запишемо матрицю провідності за допомогою узагальненого методу вузлових напруг [1,2] виконавши наступні операції: один з вузлів обираємо в якості базового, а інші нумеруємо; запишемо матрицю провідності без урахування багатополюсних елементів (транзисторів та операційних підсилювачів); запишемо в матрицю провідності багатополюсні елементи та відповідні елементи матриць багатополюсників, з урахування положення, які вони займають у еквівалентній схемі; визначимо вхідні та вихідні полюси схеми та запишемо рівняння для шукаємої функції.

Після знаходження коефіцієнтів чотирьохполюсника A_{11} , A_{12} , A_{21} , A_{22} ЕСЗ НП, можливо визначити параметри вхідного джерела живлення НП

$$U_1 = A_{11} \cdot U_2 + A_{12} \cdot I_2 = \frac{\Delta_{aa}}{\Delta_{ab}} U_2 + \frac{\Delta_{aa,bb}}{\Delta_{ab}} I_2, \quad (1)$$

$$I_1 = A_{21} \cdot U_2 + A_{22} \cdot I_2 = \frac{\Delta}{\Delta_{ab}} U_2 + \frac{\Delta_{bb}}{\Delta_{ab}} I_2, \quad (2)$$

де U_1 , I_1 – напруга та струм вхідного джерела живлення; U_2 , I_2 – напруга та струм на навантаженні НП; a – індекс вхідного вузла; b – індекс вихідного вузла.

Вирази (1) та (2), дозволяють визначити енергетичні характеристики джерела живлення, які забезпечать необхідні електричні параметри на навантаженні НП.

Аналіз енергетичних характеристик тракту передачі енергії за допомогою ЕСЗ НП, зручно виконати через зміну вторинних параметрів еквівалентної схеми прив'язаної до чотирьохполюсника, крізь визначник та алгебраїчні доповнення матриці провідності. Так як матриця провідності квадратична n -го порядку то найбільш доцільно знаходити її визначник та алгебраїчні доповнення числовими методами з використанням ЕОМ.

В якості вторинних параметрів НП будемо розглядати коефіцієнти передачі напруги (K_u) та струму (K_i) [2], які визначимо за допомогою

$$K_u = \frac{U_2}{U_1} = \frac{Z_H}{A_{12} + A_{11} Z_H} = \frac{\Delta_{ab} Z_H}{\Delta_{aa,bb} + \Delta_{aa} Z_H}, \quad (3)$$

$$K_i = \frac{I_2}{I_1} = \frac{1}{A_{22} + A_{21}Z_H} = \frac{\Delta_{ab}}{\Delta_{bb} + \Delta Z_H}, \quad (4)$$

де, Z_H – повний опір кола навантаження.

Для базової структури НП, після аналізу її роботи, $K_i=1$, у всіх режимах роботи транзисторів КЕ, так як весь струм передається від джерела живлення до навантаження. За цієї умови у виразі (4) відбувається вибір параметрів операційного підсилювача, який задовольняє цим параметрам. При цьому, по заданому струму в навантаженні та величині навантаження, обираємо транзистори КЕ, параметри яких у виразі (3), використаємо для розрахунку K_u . За умови передачі усього вхідного струму на вихід чотирьохполісника, основним параметром, що визначає енергетичні характеристики джерела живлення НП, стає коефіцієнт передачі напруги K_u . За допомогою отриманого виразу (3) проводимо розрахунки які відображають зміну величини напруги живлення НП в функції K_u , ($U_1=U_2/K_u$).

Висновок. В результаті проведеного аналізу, наведено, що ЕСЗ НП в тракці передачі енергії, потребує розробки базової структури, яка враховує схемотехнічні параметри та режими роботи керуючих елементів перетворювача, розробки еквівалентних схем для різних режимів роботи транзисторів КЕ НП і визначення для них матриці провідності, що дозволяє застосувати в тракці передачі енергії, чотирьохполісник в формі $[A]$, коефіцієнти якого використати для знаходження електричних параметрів джерела живлення та навантаження НП.

Л і т е р а т у р а

1. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники: учебное пособие /Г. И. Атабеков. - СПб.: Лань, 2009. 592 с.
2. Коваль.Ю.О. Основы теории кіл: підручник ч.1 /Ю. О. Коваль, Л. В. Гринченко, І. О. Милютченко, О. І. Рибін. - Харків: ХНУРЕ; Колегіум, 2004. 436 с.
3. Сигорский В.П. Основы теории электронных схем: учебное пособие /В. П. Сигорский, А. И. Петренко. - К.:Вища школа, 1971. 568с.
4. Калниболотский Ю.М. Проектирование электронных схем: учебное пособие / Ю. М. Калниболотский, В.С Рысин. - К.: Техніка, 1976. 144 с.